



(2)

特開平7-307872

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 カラープリンタがプリンタ信号に対応してプリンタ着色剤を受信したプリンタ信号にしたがって媒体上に蓄積する、次のステップを含むカラープリンタを校正する方法：選択したプリンタ信号で前記カラープリンタを作動して媒体上にカラーサンプルを印刷し；媒体上に印刷された各々のカラーサンプルでの比色応答を測定し、また対応するプリンタ信号に写像されるそれを示す比色信号を生成し、前記比色信号は不規則な間隔でプリンタの全域を通して分散し；比色信号を前処理して補間信号と共にその数を増やして各々の補間信号を複数の空間的に近似した比色信号の補間関数として生成し；増大した数の比色信号をプリンタ信号に写像して色空間を通して計算した比色信号の規則的な間隔分散を生成し、各々の計算した比色信号は対応するプリンタ信号に写像して比色信号と補間信号から導出し；写像をカラー変換メモリに記憶して第1の色空間からカラープリンタで対応する応答を生成するのに適したプリンタ信号にカラー定義を変換するのに使用する。

【請求項2】 カラープリンタがプリンタ信号に対応してプリンタ着色剤を受信したプリンタ信号にしたがって媒体上に蓄積する、次のものを含む校正システムを含むカラープリンタ：選択したプリンタ信号で前記カラープリンタを作動して媒体上にカラーサンプルを印刷する手段；媒体上に印刷された各々のカラーサンプルでの比色応答を測定し、また対応するプリンタ信号に写像されるそれを示す比色信号を生成する手段であって、前記比色信号は不規則な間隔でプリンタの全域を通して分散するもの；比色信号を前処理して補間信号と共にその数を増やして空間的に近似した応答間の補間を使用する手段；増大した数の比色信号をプリンタ信号に写像して色空間を通して計算した比色信号の規則的な間隔分散を生成する手段であって、各々の計算した比色信号は対応するプリンタ信号に写像して測定した比色信号と補間信号から導出するもの；写像をカラー変換メモリに記憶して第1の色空間からカラープリンタで対応する応答を生成するのに適したプリンタ信号にカラー定義を変換するのに使用する手段。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はプリンタ特性を示す参照用テーブルを編纂して第1の色空間で定義されたカラーの変換をプリンタ色空間で定義されたカラーに変換可能にすることに関し、特にそのようなテーブルを線形にする方法に関する。

【0002】

【従来技術】 シュライバーに対する米国特許第4, 500, 919号、ニェグバウアに対する米国特許第2, 790, 844号、サカモトに対する米国特許第4, 275, 413号に示されているように、次に装置依存性

2

色空間(device dependent color space)に変換することに伴う装置独立性色空間(device independent color space)における作動が望ましいことはよく知られている。色空間間の変換方法は多くあり、その全ては特定の入力値に対するプリンタ応答性の測定で始まる。通常、プリンタはプリンタ全体を通してカラーサンプルを反映した1組の入力値で駆動され、カラーサンプルはプリンタの通常作動で印刷される。上述したようにほとんどのプリンタは非線形応答特性を持っている。

10 【0003】 ここで装置独立性仕様を装置従属性仕様に写像(map) する必要がある。もちろん主要な問題はプリンタ応答が線形応答でないことである。第2の問題は色空間、そして従って色空間で定義された座標を、一部の補間方法、特に補間の非常に望ましい方法である四面体補間(tetrahedral interpolation) の最大の効率性のために、均一なグリッドとして維持する必要があることである。

20 【0004】 従って装置独立性入力値を予測可能なグリッドパターンにする3次元参照用テーブル(LUT)を構成することができる。この要件を達成する1つの方法は、所望の位置の値を次式にしたがって重み付けした全ての(あるいは有意義な1組の) 測定カラー値の関数として導出する補間過程によるものである。

【数1】

$$C = \frac{\sum_{i,j,k} \frac{1}{d_{i,j,k}^4} \times P_{i,j,k}}{\sum_{i,j,k} \frac{1}{d_{i,j,k}^4}}$$

30

ここでCは色空間内の所与の点の色値、i, j, kは色空間内の各々の測定された点、 $d_{i,j,k}$ は所与の点から各々のi, j, kへの距離、 $P_{i,j,k}$ はi, j, kでの色値。

40 【0005】 この補間方法はシェパード方式として知られている(例えばW. ゴードン及びJ. ヴィキソムによる「二変数および多変数補間に対するシェパード方式の'メトリック補間'(Shepard's Method of 'Metric Interpolation) to Bivariate and Multivariate Interpolation)」、計算数学1978年1月、32巻141

号、p.p. 253-264及びカラー補正に $1/d^{**4}$ を使用することを教示しているライハネンの論文を参照のこと)。シェパード方式はプリンタに向けられた求められたカラーと印刷されたカラー間の差異は、装置独立性カラーを装置従属性カラーに写像するベクトルとして考えることができることを示唆している。そこで所望の色空間内の任意の他の装置独立性点に付いて、その点は空間で全ての周知のベクトルを平均化することで導出されるベクトル量として考えることができる。各々のベクトルはそのベクトルが計算されているカラー補正ベクトル

50

ルから更に遠くなると所望のカラーベクトルに対するその効果が減少する関数で重み付けする。1つの有用な式では、各々のベクトルは $(1/d^4)$ の関数で重み付けする。他の重み付け関数も可能であり、重み付け関数は色空間を通して変えることができる。

【0006】しかし「スカラッピング (scallop: 扇形切欠き)」と呼ばれる問題が補間値で生じる。図1に単純化した例を示すが、そこで測定により知られた所与のベクトルA, B, C, D, Eがあり、AとBの間にある新しい補間ベクトルFはシェパード方式で重み付けした全てのベクトルを平均化することで得ることができる。その結果、補間されたベクトルは、少し離れているがベクトルC, D, Eの寄与によりベクトルA, Bに基づいて予想されたものとは異なるものとなる。この問題はP. ランカスター他により「移動最小自乗法で生成された表面(Surfaces Generated by Moving Least Square Methods)」計算数学、1981年7月、32巻155号、pp. 141-158、pp. 148-149で指摘されており、この問題を「くぼみ化(dimpling)」と称している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明では、プリンタ構成測定値から導出した色空間変換参照用テーブル内の補間値を線形化する方法を提供して、改良された色空間変換を導出する。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の1つの態様では、カラープリンタ校正過程で、カラープリンタを、選択した1組のプリンタ信号で駆動してプリンタ全域を通して1組のカラーサンプルを印刷する。カラー測定装置は各々のサンプルでの比色(colorimetric)応答を測定してプリンタの比色応答に対するプリンタ信号の写像を導出する。比色応答から、前処理ステップを用いて測定値の数を増やし、写像する比色応答の数を増やす局所応答間の線形補間を用いる。次に比色値をプリンタ信号に写像する参照用テーブルをプリンタ全域を通して規則的な間隔で生成して、距離重み付け平均化方法を用いて測定した比色値と線形に補間した値から導出した補間比色値の規則的な間隔集合を生成する。参照用テーブルはカラー変換メモリに記憶して第1の色空間からプリンタ色空間にカラー定義を変換する際に使用する。

【0009】上述の方法により新しいデータ値を比色値間隔内で作成することでスカラッピング作用を削減することができる。補間過程では元の測定データの集合と拡大した補間データの集合の両方を用いる。新しく組み合わせた集合はより密度が高く、従った局所化している。即ち1つの規則的な間隔の補正值の近くに入力データ値がある可能性が高い。

【0010】本発明の別の態様では、全域の異なる領域を通してより多くのあるいは少ない線形補間値を生成す

ることができ、全域内の補間の正確性を反映する。従って例えば黒く色づけした領域ではより精細なサンプリング(より多くの線形補間値)が望まれるが、明るく色づけされた領域ではおおまかなサンプリング(少ない線形補間値)が望ましいことがある。別の例では、飽和色領域ではより精細なサンプリング(より多くの線形補間値)が望まれるが、非飽和色領域ではおおまかなサンプリング(少ない線形補間値)が望ましいことがある。

【0011】本発明の更に別の態様では、カラープリンタを校正する方法で、前記カラープリンタはプリンタ信号に対応してプリンタ着色剤を受信したプリンタ信号にしたがって媒体上に蓄積し、選択したプリンタ信号でカラープリンタを作動して媒体上にカラーサンプルを印刷し、媒体上に印刷された各々のカラーサンプルでの比色応答を測定し、また対応するプリンタ信号に写像されるそれを示す比色信号を生成し、前記比色信号は不規則な間隔でプリンタの全域を通して分散し、比色信号を前処理して補間信号と共にその数を増やして各々の補間信号を複数の空間的に近似した比色信号の補間関数として生成し、増大した数の比色信号をプリンタ信号に写像して色空間を通して計算した比色信号の規則的な間隔分散を生成し、各々の計算した比色信号は対応するプリンタ信号に写像して比色信号と補間信号から導出し、写像をカラー変換メモリに記憶して第1の色空間からカラープリンタで対応する応答を生成するのに適したプリンタ信号にカラー定義を変換するのに使用するステップからなる。

【0012】

【実施例】本発明の実施例を説明する目的で示しそれを限定するものではない図面を参照すると、図2に本発明を行う基本的なシステムが示されている。システムにはおそらくゼロックス5775デジタルカラー複写機にあるカラースキャナのような、校正して走査画像12を記述する1組のデジタル比色ないし装置独立性データを生成することのできるスキャナ10がある(そのような画像は定義上、比色R₀、G₀、B₀。空間で定義することができる)。スキャナないし他の処理経路には後走査プロセッサ14が組み込まれており、スキャナ画像信号R₀、G₀、B₀。の一般に性質上、デジタルの比色表現R₀、G₀、B₀。への補正を提供する。値はCIE色空間(r, g, b)ないしL* a* b* 輝度-色光度空間(LC, C₂)表現とすることができる。ブロック20で示したサカモトに対する米国特許第4, 275, 413号に記載されているような色空間変換を用いて装置独立性データを装置従属性データに変換する。色空間変換20の出力は装置従属性空間ないしプリンタ30を駆動するのに使用する着色駆動信号C_p、M_p、Y_p、K_p。で定義される画像となる。1つの可能な例では、着色値は再びゼロックス5775デジタルカラー複写機のような電子写真プリンタの所与の領域に堆積するシア

ン、マゼンダ、イエロー、ブラックのトナーの相対量を表す。印刷した出力画像は、それが比色的に元の画像と類似したカラーを持つように（その類似性は最終的に印刷装置全体に依存するが）R_o、G_o、B_oとの関係を持つことが望まれるR_p、G_p、B_pで定義されることができる。ロレストンによる「カラープリンタ校正アーキテクチャ(Color Printer Calibration Architecture)」の名称の米国特許出願第07/955,075号に記述されているように、色不足除去及びグレーバランス用の黒付加過程を色空間変換要素に組み合わせることもできる。それらの機能は必要ではないが、それらは望ましくここに例示する。ここで比色空間とは、CIE XYZ空間(1931)の変換の空間を指している。装置従属性空間とは、それを使用する装置の作動でのみ定義される色空間を指している。多くの色空間は3次元を有しているが、3次元以下あるいは3次元以上の色空間を有することも可能である。

【0013】図3と色空間変換及び色補正20を参照して、最初にR_o、G_o、B_o。色信号が、特定の装置の速度及びメモリ要件に合致するRAMあるいはその他のアドレス可能装置メモリなどの記憶装置150に記憶された3次元参照用テーブルを含む補間装置140に送られる。色信号R_o、G_o、B_o。は処理して、R_x、G_x、B_x。を処理してそれらをC_x、M_x、Y_x。着色信号あるいはCMYKないし分光データを含むがそれに限定されない任意の次元の出力色空間に変換できる1組の変換係数を格納したテーブルへのアドレスエントリを生成する。写像しない値は補間を通して判定することができる。

【0014】装置独立性データから装置従属性データへの変換をもたらす方法は多くあることが紛れもなく認識されようが、サカモトに対する米国特許第4,275,413号は1つの方法を記載しているが、それ自身変化する。変換テーブルを確立すると、3線形ないし立体補間と呼ばれる補間方法を用いて限られた組の入力値から出力値を計算することができる。

【0015】テーブルを作成するため、所定の線形性と黒付加を含めて1組のカラーパッチを作成する。これは色空間を通して分布したプリンタカラーの約1000から4000のパッチを印刷、測定することで行い、C、M、Y、Kの変化する密度の組合せでプリンタを駆動するのに使用する多くの組のプリンタ駆動信号が生成される。各々のパッチの色は分光器を用いて測定してR_o、G_o、B_o。での色を判定する。それらのパッチの測定した色は、R_o、G_o、B_o。定義の色をC_x、M_x、Y_x。定義の色に関連付ける3次元参照用テーブル(LUT)を構築するのに使用する。写像、測定した点を含まない変換は補間ないし補外(extrapolate)することができる。この目的のための校正テストパターンを示して説明した1993年10月29日に出願されたローレストン

による「カラープリンタ校正テストパターン(Color Printer Calibration Test Pattern)」の名称の米国特許出願08/144,987号を参照することができる。

【0016】再び図2で、校正画像は校正ROM60、RAM、フロッピィなどの装置メモリに便利に記憶され、あるいは所定の生成機能でその場で生成される。その中に格納された信号はプリンタ制御装置65の制御下でプリンタに送られる。濃度計ないし分光光度計を用いて校正目標を走査し、R_o、G_o、B_o。信号値を感知した濃度の関数として生成して各々の走査したパッチの色を表す。パッチ間補正プロセッサ80は校正目標内の各々の位置に対する濃度計70から提供された応答を読み取り、その応答を入力したCMY信号と関連付けるので、CMYに対するR_o、G_o、B_o。写像が生成される。

【0017】図4に導出した写像を2次元の例に付いて例示する。プリンタを駆動するのに使用するプリンタ信号を反映した規則的な間隔の装置従属性グリッドが、得られる実際のプリントを反映した測定した比色ないし装置独立性値と1対1のベースで写像することが容易に分かる。

【0018】本発明及び図2で、LUTプロセッサ100はパッチ間補正80からデータを受け取り、線形補間機能を用いてサンプルしたデータの区間内に追加データを生成する。LUTプロセッサ100はオペレータないし知識ベースコマンドに対応して全体の選別部分でより多くのデータを生成することができる。1つの可能な補間方法は測定値を平均化することであろう。図5では元のグリッドを幻影で示しているが、各々のグリッド上の線形に補間した点の付加を例示して規則的なグリッド内の2点間のサンプル数を増やして第3の色P_{L,j,k}ないし以下を導出する。

【数2】

$$P_{i,j,k} = \frac{(C_2 M_2 Y_2) + (C_1 M_1 Y_1)}{2}$$

【0019】このように対応する色Qに付いて装置独立性空間を次のように表すことができる。

【数3】

$$Q_{i,j,k} = \frac{(R_2 B_2 G_2) + (R_1 B_1 G_1)}{2}$$

ここでC_N M_N Y_Nは装置従属性色空間内の点Nを定義する3つ組のプリンタ信号で、R_N B_N G_Nは装置独立性色空間内の対応する点Nを定義する3つ組の比色である。

【0020】この過程は全域ないしその任意の選別部分内で十分な数のサンプルができるまで繰り返す。図5で全グリッドを通して色の数は増やしていないことが分かるであろう。ここでは例の補間した色を単に最も接近した2つの色の平均として示しているが、補間により複雑な関数を用いることができ、より多くの色を用いること

ができることが理解されよう。更にこの過程は反復的であるので、補間をした色の1つが先に導出した補間点となることがあることが理解されよう。

【0021】本発明の別の態様では、全域の異なる領域を通してより多くのあるいは少ない線形補間値を生成することができ、全域内の補間の正確性を反映する。従って例えば黒く色づけした領域ではより精細なサンプリング（より多くの線形補間値）が望まれるが、明るく色づけされた領域ではおおまかなサンプリング（少ない線形補間値）が望ましいことがある。別の例では、飽和色領域ではより精細なサンプリング（より多くの線形補間値）が望まれるが、非飽和色領域ではおおまかなサンプリング（少ない線形補間値）が望ましいことがある。

【0022】そこでより多くの組のサンプルが得られると、装置独立性値を装置従属性空間に写像することができる。図6で、線形グリッドは測定したサンプルに重ね、データがグリッド交差点で導出されることを例示している。この要件を達成する1つの方法は、所望の位置の値を次式にしたがって重み付けした全ての（あるいは有意義な1組の）測定カラー値の関数として導出する補間過程によるものである。

【数4】

$$C = \frac{\sum_{i,j,k} \frac{1}{d^4} \times p_{i,j,k}}{\sum_{i,j,k} \frac{1}{d^4}}$$

ここでCは色空間内の所与の点の色値、i, j, kは色空間内の各々の測定された点、 $d_{i,j,k}$ は所与の点から各々のi, j, kへの距離、 $p_{i,j,k}$ はi, j, kでの色値。

【0023】この補間方法はシェパード方式として知られている（例えばW. ゴードン及びJ. ヴィキソムによる「二変数および多変数補間に対するシェパード方式の'メトリック補間' (Shepard's Method of 'Metric Interpolation' to Bivariate and Multivariate Interpolation)」、計算数学1978年1月、32巻141号、pp. 253-264及びカラー補正に $1/d^{**4}$ を使用することを教示しているライハネンの論文を参照のこと）。シェパード方式はプリンタに送られる求められたカラーと印刷されたカラー間の差異は、装置独立性カラーを装置従属性カラーに写像するベクトルとして考えることができることを示唆している。そこで所望の色空間内の任意の他の装置独立性点に付いて、その点は空

間で全ての周知のベクトルを平均化することで導出されるベクトル量として考えることができる。各々のベクトルはそのベクトルが計算されているカラー補正ベクトルから更に遠くなると所望のカラーベクトルに対するその効果が減少する関数で重み付けする。1つの有用な式では、各々のベクトルは $(1/d^4)$ の関数で重み付けする。他の重み付け関数も可能であり、重み付け関数は色空間を通して変えることができる。この段階で有用な他の過程は、ポ・チェ・ハンにより「画像化媒体用の比色校正に適用する四面体分割手法(Tetrahedral Division Technique Applied to Colorimetric Calibration for Image Media)」IS&T、N J 年次会議、1992年5月、pp. 419-422及びポ・チ・ハンの「スキヤナ及び媒体用の比色校正(Colorimetric Calibration for Scanners and Media)」SPIE 1448巻、カメラ及び入力スキヤナシステム（1991年）に記載されている逆四面体反転変換方式である。

【0024】参照用テーブルが導出されると、それをLUT、補間40に記憶して画像生成装置から受けとった装置従属性値を装置独立性プリンタ信号に変換するのに使用することができる。

【0025】以上、装置独立性色空間を装置従属性色空間に変換する本発明の用途を示したが、本発明は第1の空間から独立性あるいは装置従属性であれ、第2の空間へのどの様な変換への変換にも等しく適用されることが理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明で対処するスカロッピング問題の1次元例を示す。

【図2】 本発明で利用できるカラー印刷システムを示す全体的なシステムブロックを共に示す。

【図3】 本発明で利用できるカラー印刷システムを示す全体的なシステムブロックを共に示す。

【図4】 規則的な間隔の装置従属性値の装置独立性の不規則な間隔ないし比色値への写像を示す。

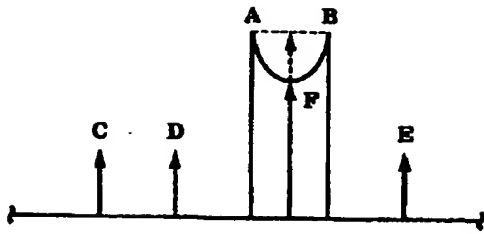
【図5】 線形補間による比色サンプルの増大を示す。

【図6】 測定したサンプルへの線形グリッド写像を示し、データがグリッド交差点に付いて導出されることを例示する。

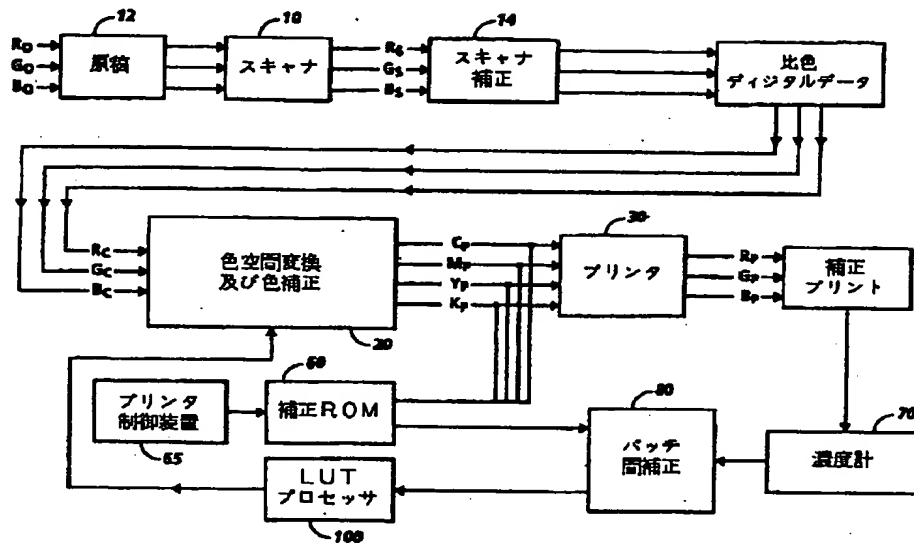
【符号の説明】

10 スキヤナ、12 走査画像、14 後走査プロセッサ、20 色空間変換、30 プリンタ、60 校正ROM、65 プリンタ制御装置、70 濃度計、80 パッチ間補正プロセッサ、100 LUTプロセッサ、140 補間装置、150 記憶装置

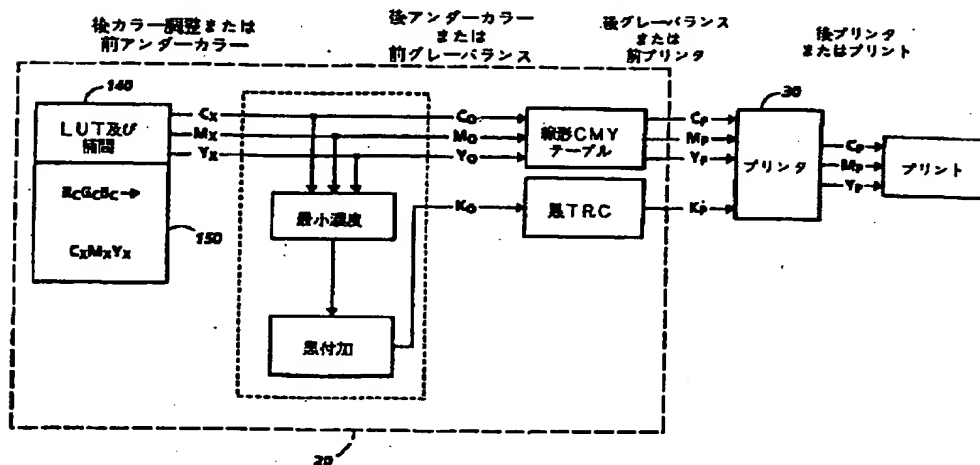
【図1】



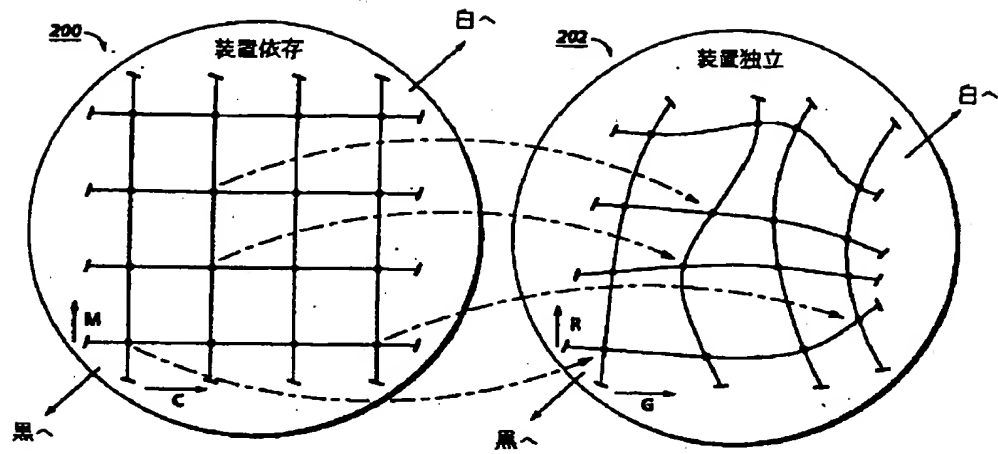
【図2】



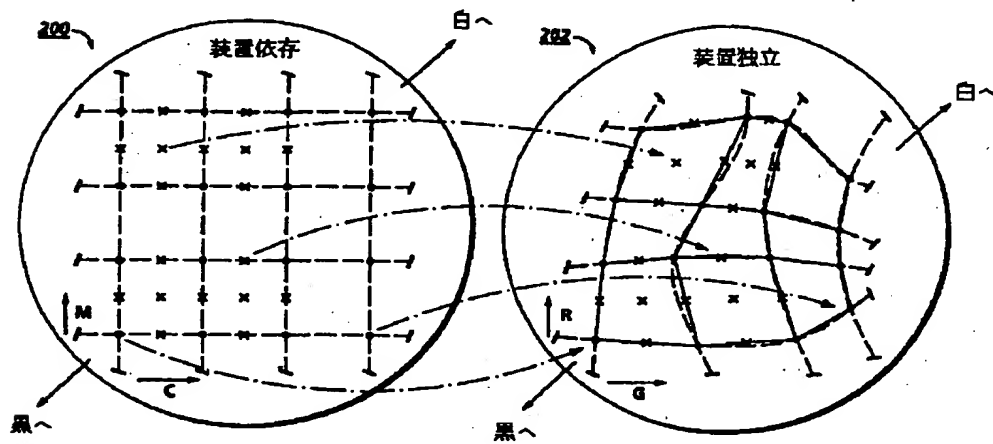
【図3】



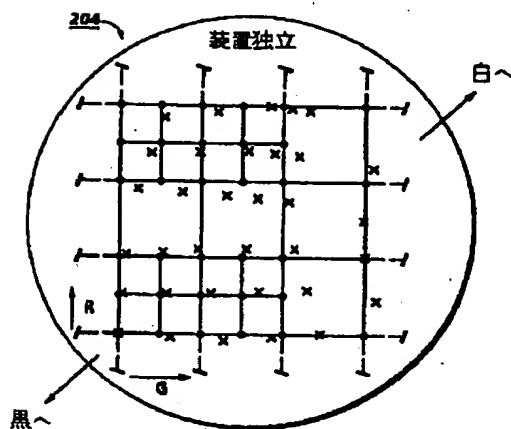
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

G 0 6 T 1/00

H 0 4 N 1/46

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 6 F 15/66

3 1 0

H 0 4 N 1/46

Z

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.